

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschlußblatt
⑯ DE 44 37 684 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
G 01 N 29/02
C 12 C 11/00

DE 44 37 684 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 44 37 684.7
⑯ Anmeldetag: 21. 10. 94
⑯ Offenlegungstag: 25. 4. 96

⑯ Anmelder:
Eraßme, Friedrich, 41352 Korschenbroich, DE;
Dietrich, Uwe, Dipl.-Ing., 41238 Mönchengladbach,
DE

⑯ Erfinder:
gleich Anmelder

⑯ Vertreter:
Bonsmann, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 41063
Mönchengladbach

⑯ Vorrichtung zur Messung der Konzentration einer in einem Behältnis befindlichen, sich zeitlich stofflich verändernden Flüssigkeit

⑯ Es wird eine Vorrichtung zur Messung der Konzentration einer in einem Behältnis befindlichen, sich zeitlich stofflich verändernden Flüssigkeit beschrieben. Die Vorrichtung eignet sich vorzugsweise zur Messung der Konzentration von gärender Würze bei der Bierherstellung. Die Messung erfolgt über an der Außenseite des Behälters angebrachte Sensoren, nämlich einem Ultraschallsensor und einem Temperaturfühler. Den Sensoren ist eine Ultraschall-Steuer- und Wandlereinheit nachgeschaltet, welcher eine Auswerteeinheit zugeordnet ist, mittels derer die Konzentration der Flüssigkeit kontinuierlich zeitabhängig darstellbar ist.

*Ultraschall / Temperatur
Drehz.*

Klaus Weller

DE 44 37 684 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung der Konzentration einer in einem Behältnis befindlichen, sich zeitlich stofflich verändernden Flüssigkeit, vorzugsweise von gärender Würze bei der Bierherstellung.

Bei bekannten derartigen Vorrichtungen ist im Inneren des Behältnisses, also in der zu messenden Flüssigkeit, ein Ultraschallsensor und ein Temperatursensor angebracht. Eine kontinuierliche Messung der Dichte der Flüssigkeit erfolgt über eine Laufzeitmessung von Ultraschallsignalen.

Wenn in der zu messenden Flüssigkeit aber Festkörper vorhanden sind, wie beispielsweise Hefepartikel oder nicht gelöstes Gas (CO_2), führen Messungen mit der bekannten Vorrichtung nicht zu zufriedenstellenden Ergebnissen. Dieser Fall tritt insbesondere bei der Herstellung von Bier auf. Hierbei wird ein in einem Behältnis befindliches Zuckerwassergemisch mit Hefe versetzt. Bei der anschließenden Gärung bilden sich in der Flüssigkeit ständig ungelöste Gasblasen und es bewegen sich Feststoffe in der Flüssigkeit. Für ein Ultraschallmeßverfahren ist diese, sich zeitlich stofflich verändernde Flüssigkeit problematisch, da Reflexionen der Ultraschallsignale an den Gasblasen bzw. Feststoffen auftreten können, was dazu führt, daß die empfangenen Signale im Ergebnis nicht auswertefähig sind.

Unabhängig von vorstehenden Problemen ist der Einbau eines Ultraschallsensors und eines Temperatursensors in das Innere eines Behältnisses oft aus hygienischen Gründen unerwünscht und/oder nachträglich bei einem bereits vorhandenen Behältnis schwer und nur unter großem Aufwand realisierbar.

Insbesondere bei der Bierherstellung ist aber die Messung der Konzentration der gärenden Würze über ihren zeitlichen Verlauf von großem Interesse, da hierdurch möglicherweise vorhandene Fehlentwicklungen während des Gärorganges rechtzeitig erkannt und dann entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können. Bei der Bierherstellung ist es hierfür bekannt, aus der Flüssigkeit in bestimmten Zeitabständen Proben zu entnehmen und dann die Konzentration der Proben zu messen. Dies führt aber nicht zu einer kontinuierlichen Messung.

Es sind weiterhin Einrichtungen vorgeschlagen worden, welche eine mit dem Inneren des Behälters in Verbindung stehende Zirkulationsleitung oder Bypaßleitung aufweisen, wobei dann eine Messung der Konzentration bzw. eine Dichtemessung der in der Bypaßleitung zirkulierenden Flüssigkeit erfolgt. Hierbei erfolgt somit die Messung über eine Hilfsgröße, und das Meßergebnis entspricht nur bedingt der Konzentration der in dem Behälter befindlichen Flüssigkeit. Weiterhin ist bei dem Betrieb dieser bekannten Vorrichtung von Nachteil, daß durch das Vorhandensein der Bypaßleitung große Reinigungsprobleme und damit Hygienegefahren auftreten. Bei bekannten derartigen Vorrichtungen ist weiterhin vorgesehen, daß Bypaßleitungen aus unterschiedlichen Behältern zu einer einzigen Meßvorrichtung führen. Dies kann Infektionen von Behälter zu Behälter zur Folge haben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, bei dem in möglichst einfacher Weise die Konzentration einer in einem Behältnis befindlichen, sich zeitlich stofflich verändernden Flüssigkeit so gemessen werden kann, daß das Meßergebnis kontinuierlich den zeitlichen Verlauf der Dichtekonzentration

anzeigt, ohne daß Einbauprobleme und/oder Hygiene-probleme auftreten.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Behälterwand einen als Sender und Empfänger arbeitenden Ultraschallsensor mit einstellbarer Sendefrequenz und einen Temperaturfühler aufweist, und dem Ultraschallsensor Steuersignale zur Erzeugung eines der zu messenden Flüssigkeit und dem Behältnis angepaßten Schwingungsprofils über eine Ultraschallsteuer- und Wandlereinheit kontinuierlich zuführbar sind, und die von dem Ultraschallsensor empfangenen Signale der Wandlereinheit zuführbar sind, und der Temperaturfühler mit der Wandlereinheit in Verbindung steht, und der Wandlereinheit eine Auswerteeinheit zugeordnet ist, mittels derer die Konzentration der Flüssigkeit kontinuierlich zeitabhängig darstellbar ist.

Vorzugsweise ist der Ultraschallsensor an der Außenseite der Behälterwand angebracht. Die Anbringung kann durch Kleben oder anderweitige Befestigung erfolgen.

Das Schwingungsprofil wird derart gewählt, daß die von dem Ultraschallsensor empfangenen Signale Impulse enthalten, die der Resonanzfrequenz des Ultraschallsensors entsprechen. Hierdurch erreicht man eine Anregung des Schwingers des Ultraschallsensors zu einer Eigenschwingung, die ein Vielfaches der Energie ist, die den Schwingen als Echoimpuls erreicht. Dies hat zur Folge, daß aus einem abgestrahlten Impuls im Empfangs-Schwingen ein ausschwingendes Impulspaket wird und somit eine mechanische Verstärkung des empfangenen Ultraschallimpulses erfolgt. Durch diesen Betrieb unter Resonanzbedingungen wird bei einem an der Außenseite der Behälterwand angebrachten Ultraschallsensor ein auswertbares Empfangs-Signal erzielt.

In weiterer vorzugsweiser Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Ultraschallsensor einen Piezokristallschwinger mit einer Resonanzfrequenz in der Nähe der Eigenschwingung der Behälterwand bei leerem Behälter aufweist. Da grundsätzlich durch das Abstrahlen und Empfangen von Signalen über die Behälterwand große Verluste entstehen, sorgt die Wahl eines Piezokristall-Schwingers mit einer Resonanzfrequenz in der Nähe der Eigenschwingung der Behälterwand bei leerem Behälter für eine verbesserte Signalausbeute, weil dann die durch das Vorhandensein der Behälterwand bedingten Verluste wesentlich kleiner werden. Die Arbeitsfrequenzen liegen bei Messung durch die Behälterwand je nach Wanddicke des Behälters und dem Durchmesser des Behälters zwischen 0,2 und 1 MHz.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand des in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

In der Zeichnung trägt ein als Sender und Empfänger arbeitender Ultraschallsensor mit einstellbarer Sendefrequenz die Bezugsziffer 1. Der Ultraschallsensor 1 erhält Steuersignale über eine mit 2 bezeichnete Ultraschallsteuer- und Wandlereinheit. Eine Auswerteeinheit ist schematisch dargestellt und mit 3 bezeichnet. Ein Temperaturfühler trägt die Bezugsziffer 4. Der Ultraschallsensor 1 und der Temperaturfühler 4 sind an unterschiedlichen Stellen an der Außenwand 5 eines insgesamt mit 6 bezeichneten Behältnisses angebracht, welches eine sich zeitlich stofflich verändernde Flüssigkeit, beispielsweise gärende Würze bei der Bierherstellung, enthält. Der Spiegel der Flüssigkeit ist gestrichelt dargestellt und mit 7 bezeichnet. Die von dem Ultraschallsen-

3. **3** sor abgegebenen und empfangenen Signale sind schematisch mit 8 und 9 bezeichnet.

Die Arbeitsweise der Vorrichtung ist wie folgt: Von dem Ultraschallsensor 1 werden über die Behälterwand 5 Ultraschallimpulse in das Innere der zu messenden Flüssigkeit geleitet. Die Ultraschallimpulse werden von der gegenüberliegenden Wandung 10 des Behältnisses reflektiert und nach Empfang durch den Ultraschallsensor 1 der Ultraschallsteuer- und Wandlereinheit 2 zugeführt. Da der Einfluß der Temperatur auf die Laufzeit der Signale in der Flüssigkeit zu berücksichtigen ist, wird die von dem Temperaturfühler 4 ermittelte Temperatur ebenfalls der Ultraschallsteuer- und Wandlereinheit 2 zugeführt. An der Auswerteeinheit erfolgt dann eine kontinuierliche, zeitabhängige Darstellung 15 der Konzentration der in dem Behältnis 6 befindlichen Flüssigkeit.

In dem Ultraschallsensor wird der jeweilige Ultraschallimpuls als hochfrequenter elektrischer Impuls mit Hilfe eines Piezokristallschwingers (beispielsweise eines 20 Bariumtitanatschwingers) in eine mechanische Schwingung umgewandelt und über die Behälterwand in die zu messende Flüssigkeit abgegeben. Nach Reflexion des Ultraschallimpulses an der gegenüberliegenden Wand 10 des Behältnisses 2 erreicht diese mechanische 25 Schwingung über die Tankwand wieder den als Sende/Empfangs-Schwinger arbeitenden Ultraschallsensor 1. Die zeitliche Verzögerung zwischen Abstrahlen und Empfangen des Ultraschallimpulses (Laufzeit) wird unter Berücksichtigung der von dem Temperaturfühler 4 30 ermittelten Temperatur der Flüssigkeit unter Einsatz von der Ultraschallsteuer- und Wandlereinheit in (nicht näher dargestellter Weise) zur Verfügung gestellten produktbezogenen Dichte/Laufzeit-Tabellen-/Kurven in einen Konzentrations- bzw. Dichtewert der zu messenden Flüssigkeit umgewandelt.

Der von dem in dem Ultraschallsensor 1 enthaltenen Piezokristall-Schwinger erzeugte elektrische Impuls ist ein Rechteckimpuls mit variabel einstellbarer Impulsbreite. Infolge der Flankensteilheit eines derartigen 40 Rechteckimpulses kann der Piezokristallschwinger diesen Impuls nicht mit optimaler Energie in eine mechanische Schwingung umwandeln. Mittels (nicht dargestellter) elektrischer Einrichtungen wird daher der von dem Piezokristallschwinger erzeugte Rechteckimpuls in eine 45 einem Sinussignal nahe kommende Verlaufsform umgewandelt. Die Frequenz wird so gewählt, daß die von dem Ultraschallsensor 1 nach Reflexion empfangenen Signale Impulse enthalten, die der Resonanzfrequenz des Ultraschallsensors entsprechen. Die Resonanzfrequenz des Ultraschallschwingers ist wiederum so gewählt, daß sie in der Nähe der Eigenschwingung der Wand 5 des Behältnisses 6 bei leerem Behältnis liegt.

Infolge des vorstehend beschriebenen "Schwingungsprofils" ist es möglich, eine kontinuierliche Messung der 55 sich in dem Behältnis 6 befindlichen, sich zeitlich stofflich verändernden Flüssigkeit mittels an der Außenseite des Behältnisses angebrachter Sensoren (Ultraschallsensor 1 und Temperaturfühler 4) vorzunehmen. Dies stellt gegenüber dem Stand der Technik eine enorme 60 Kostensparung hinsichtlich des apparativen Aufwandes dar. Ein weiterer Vorteil ist, daß während der Messung kein Kontakt mit der zu messenden Flüssigkeit erfolgt.

4

ner in einem Behältnis befindlichen, sich zeitlich stofflich verändernden Flüssigkeit, vorzugsweise von gärender Würze bei der Bierherstellung, dadurch gekennzeichnet, daß die Behälterwand (5) einen als Sender und Empfänger arbeitenden Ultraschallsensor (1) mit einstellbarer Sendefrequenz und einem Temperaturfühler (4) aufweist, und dem Ultraschallsensor (1) Steuersignale zur Erzeugung eines der zu messenden Flüssigkeit und dem Behältnis angepaßten Schwingungsprofils über eine Ultraschallsteuer- und Wandlereinheit (2) kontinuierlich zuführbar sind, und die von dem Ultraschallsensor (1) empfangenen Signale der Wandlereinheit (2) zuführbar sind, und der Temperaturfühler (4) mit der Wandlereinheit (2) in Verbindung steht, und der Wandlereinheit (2) eine Auswerteeinheit (3) zugeordnet ist, mittels derer die Konzentration der Flüssigkeit kontinuierlich zeitabhängig darstellbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ultraschallsensor (1) an der Außenseite der Behälterwand (5) angebracht ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schwingungsprofil derart gewählt ist, daß die von dem Ultraschallsensor (1) empfangenen Signale Impulse enthalten, die der Resonanzfrequenz des Ultraschallsensors entsprechen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ultraschallsensor (1) einen Piezokristallschwinger mit einer Resonanzfrequenz in der Nähe der Eigenschwingung der Behälterwand (5) bei leerem Behälter aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß elektrische Einrichtungen zur Umwandlung des von dem Piezokristallschwinger erzeugten Rechteckimpulses in ein einem Sinussignal nahe kommende Verlaufsformen vorgesehen sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

